

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO pH E DA RAZÃO SÓLIDO LÍQUIDO NO PROCESSO DE BIOLIXIVIAÇÃO UTILIZANDO CONSÓRCIO MICROBIANO

Luis Henrique dos Reis Menêzes¹

Vicelma Luiz Cardoso²

Miriam Maria de Resende³

Juliana de Souza Ferreira⁴

Química Ambiental

RESUMO

O crescimento do consumo de aparelhos celulares resultou no aumento de lixo eletrônico, que pode gerar danos ao meio ambiente e à saúde dos seres vivos, em decorrência da liberação de metais pesados. Uma alternativa para recuperação desses metais é a realização da biolixiviação. Neste trabalho, avaliou-se as condições iniciais de pH e razão sólido/líquido (RSL) para a recuperação de Co e Li de baterias de íons de lítio por biolixiviação de consórcio microbiano anaeróbico, empregando permeado de soro de leite em pó como substrato. Os melhores resultados foram para um pH inicial de 5,5 e a maior concentração de metais recuperados em 3 dias ocorreu para razão S/L de 2,5 g/L.

Palavras-chave: Biohidrometalurgia; Baterias de Íons de Lítio; Cobalto; Lítio.

INTRODUÇÃO

O uso de aparelhos eletrônicos aumentou significativamente nas últimas décadas e a utilização de baterias de íons lítio (LIBs) como fonte de energia recarregável cresceu na mesma proporção, devido as suas inúmeras características, como: alta densidade energética, longo ciclo de vida, ausência de efeito de memória, segurança e capacidade de serem produzidas em tamanhos reduzidos. Contudo, a constante evolução tecnológica gera uma grande quantidade de LIBs usadas, que podem se tornar um risco potencial para o ambiente e a saúde humana. Além disso, a presença de metais valiosos como lítio e cobalto pode garantir uma fonte mineral secundária, já que há estudos que indicam que a reciclagem desses metais economizaria 51% dos recursos naturais (HOREH et al., 2016; BUSNARDO et al., 2007).

Processos pirometalúrgicos, único empregado industrialmente, e

¹Aluno do curso de doutorado em Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Química, hrmluis@gmail.com.

²Prof. Dr^a. da Universidade Federal de Uberlândia – Campus Santa Mônica, Faculdade de Engenharia Química, vicelma@ufu.br.

³Prof. Dr^a. da Universidade Federal de Uberlândia – Campus Santa Mônica, Faculdade de Engenharia Química, mresende@ufu.br.

⁴Prof. Dr^a. da Universidade Federal de Uberlândia – Campus Santa Mônica, Faculdade de Engenharia Química, julianasdf@ufu.br.

hidrometalúrgicos são métodos mais tradicionais de recuperação de metais de lixos eletrônicos. Entretanto, na pirometalurgia, o lítio não pode ser recuperado e há emissão de gases tóxicos e na hidrometalurgia, os metais são lixiviados pelo emprego de solventes e ácidos inorgânicos que causam danos ao meio ambiente. Portanto, a fim de encontrar um processo econômico e ecológico que possa descartar desvantagens dos métodos tradicionais, incluindo alto consumo energético, e a poluição secundária causada por reagentes químicos e subprodutos, a biohidrometalurgia é proposta como método eficaz de recuperação de metais que consome menos energia e precisa de condições de reação moderadas, com poucos requisitos industriais. Neste método, interações entre microrganismos ou/e metabólitos produzidos e a superfície de minério ou resíduos causam a solubilização dos metais (BERNADES et al., 2004; NIU et al., 2014).

Como qualquer outro processo microbiológico existem vários fatores que podem afetar a eficiência da biohidrometalurgia, como substrato, pH, concentração celular, tamanho das partículas e razão sólido/líquido (ARSHADI; MOUSAVI, 2015). Dito isso, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência do pH e da RSL do óxido encontrado no cátodo de LIBs como condições iniciais na biolixiviação por consórcio microbiano anaeróbico empregando permeado de soro de leite como fonte de carbono.

METODOLOGIA

As baterias foram desmontadas manualmente em capela de exaustão, com o auxílio de alicates e equipamentos de segurança individual (DORELLA; MANSUR, 2007), sendo que os principais componentes são o plástico externo, carcaça metálica, plástico interno, lâmina de alumínio (suporte do ânodo), lâmina de cobre (suporte do cátodo, que contém óxidos de Li e Co) e lâmina de copolímero. Após o desmantelamento, o cátodo foi separado dos demais componentes da bateria e o óxido de lítio e cobalto presentes na lâmina de alumínio raspado e utilizado nos ensaios.

O inóculo utilizado foi proveniente dos laboratórios do Núcleo de Processos Biotecnológicos (NUCBIO) da Faculdade de Engenharia Química (FEQ) da UFU e o meio sintético consistiu em: 3 g/L de KH_2PO_4 , 7g/L de K_2HPO_4 , 1 g/L de MgSO_4 , 3g/L de extrato de levedura, 1 g/L de extrato de carne, 1 g/L de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ e 20 g/L de lactose proveniente do permeado do soro de leite em pó que foi adquirido da empresa Sooro Concentrado Indústria de Produtos Lácteos Ltda. O inóculo foi tratado previamente por choque térmico por 30 min a 97°C para eliminar os microrganismos menos resistentes a condições extremas de baixo pH, permanecendo apenas os formadores de esporos (MOREIRA et al., 2017).

Para os testes preliminares de biolixiviação preparou-se frascos de penicilina de 50 mL com 37,5 mL do meio sintético e 10% (v/v) de inóculo, com uma concentração inicial de 3g de células/L, que foram mantidos sob agitação de 180 rpm em um *shaker* a temperatura

ambiente, por 3 e 7 dias. Inicialmente avaliou-se a adaptação do inóculo em diferentes pHs iniciais: 2; 2,5; 3,5; 4,5; e 5,5, através da análise de consumo de lactose por DNS. Após definição do melhor pH, sob as mesmas condições, testou-se diferentes RSL (m/v): 1; 2; 2,5; 3; 4; e 5 g/L do óxido. Para determinar a melhor condição, fez-se o monitoramento do consumo de lactose, da concentração celular por gravimetria (massa de sólidos voláteis (SV) por volume) e da concentração de lítio e cobalto recuperados por Espectrometria de Absorção Atômica no final dos 3 dias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontra-se a variação do consumo da lactose proveniente do soro do leite em diferentes pH, e pode-se observar que na faixa de 2 e 2,5 não houve consumo da lactose, ou seja, indicando que esta condição não é favorável ao desenvolvimento celular. Para valores superiores de pH, há consumo sendo que no pH de 5,5 observou-se o maior consumo de lactose, 50% após os 7 dias de ensaio. Com base neste resultado, escolheu-se esse pH para avaliar a melhor razão sólido/liquido para se estabelecer o ensaio de biolixiviação.

Tabela 1 – Consumo da lactose proveniente do permeado do soro do leite em diferentes pHs iniciais em um tempo de três e sete dias

Tempo (dias)	pH				
	5,5	4,5	3,5	2,5	2,0
3	35%	18%	3%	0%	0%
7	50%	35%	12%	0%	0%

Na Figura 1, estão ilustrados os perfis de concentração de Li e Co e de consumo da lactose em função da RSL. Observa-se que o aumento da RSL favoreceu a biolixiviação dos metais até o valor de 2,5 g/L tanto para o Co lixiviado quanto para o Li (Figura 1a). Contudo, a partir de 3 g/L, não houve crescimento celular, diferente das demais que apresentaram aproximadamente 6 g_{sv} de células/L ao final dos 3 dias. Este resultado condiz com aumento do consumo de lactose observado na Figura 1b, que foi limitado, provavelmente pela toxicidade do meio. Portanto, através destes resultados preliminares, o ensaio de biolixiviação será realizado usando pH inicial de 5,5 e RSL de 2,5 g/L.

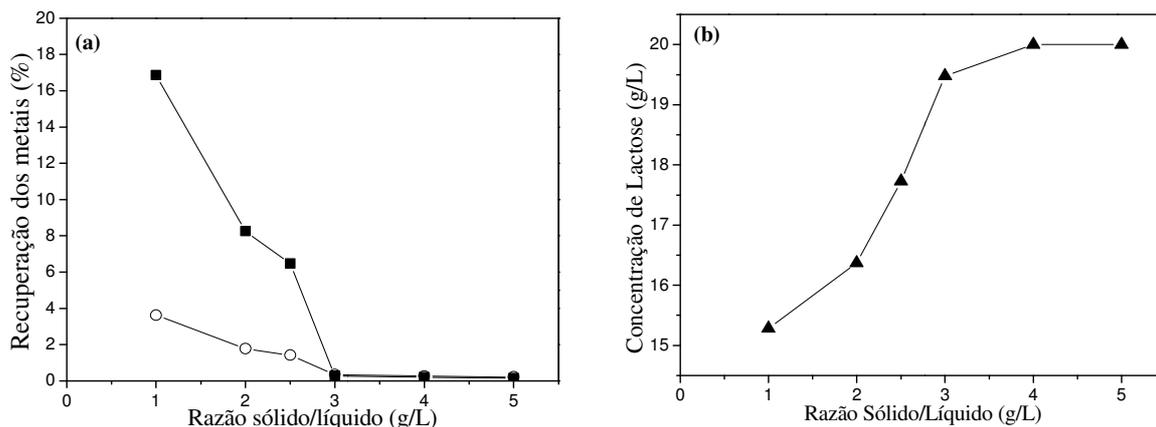


Figura 1 - (a) Avaliação da concentração de lítio e cobalto nas diferentes concentrações de óxido de Li e Co após três dias de biolixiviação. (b) Perfil do consumo da lactose nas diferentes concentrações de resíduo sólido após três dias de biolixiviação.

CONCLUSÕES

Este trabalho indicou que o consórcio microbiano empregado pode ser usado em processos de biolixiviação de Li e Co encontrado nos óxidos presentes no cátodo das baterias de íons de Li. A partir das análises dos resultados, o pH de 5,5 apresentou o maior consumo de lactose, ou seja, os microrganismos se adaptaram melhor. Já na biolixiviação dos metais a concentração de 2,5 g/L do óxido encontrado no cátodo apresentou a maior quantidade de metais lixiviados (6,03 mg/L de Li e 16,85 mg/L de Co). Assim, como o objetivo principal é a obtenção máxima de ambos os metais, os resultados indicam que o processo de biolixiviação pode ser testado em um intervalo de tempo maior para RSL de 2,5g/L.

REFERÊNCIAS

- ARSHADI, M.; MOUSAVI, S. M. Multi-objective optimization of heavy metals bioleaching from discarded mobile phone PCBs: Simultaneous Cu and Ni recovery using *Acidithiobacillus ferrooxidans*. **Separation and Purification Technology**, v. 147, p. 210–219, 2015.
- BERNARDES, A. M.; ESPINOSA, D. C. R.; TENÓRIO, J. A. S. Recycling of batteries: a review of current processes and technologies. **Journal of Power Sources**, v. 130, n. 1–2, p. 291–298, 2004.
- BUSNARDO, N. G.; PAULINO, J. F.; AFONSO, J. C. Recuperação de cobalto e de lítio de baterias íon-lítio usadas. **Química Nova**, v. 30, n. 4, p. 995–1000, 2007.
- DORELLA, G.; MANSUR, M. B. A study of the separation of cobalt from spent Li-ion battery residues. **Journal of Power Sources**, v. 170, n. 1, p. 210–215, 2007.

HOREH, N. B.; MOUSAVI, S. M.; SHOJAOSADATI, S. A. Biorecovery of valuable metals from spent lithium-ion mobile phone batteries using *Aspergillus niger*. **Journal of Power Sources**, v. 320, p. 257–266, 2016.

MOREIRA, F. S.; MACHADO, R. G.; ROMÃO, B. B.; BATISTA, F. R. X.; FERREIRA, J.S.; CARDOSO, V.L. Improvement of hydrogen production by biological route using repeated batch cycles. **Process Biochemistry**, v. 58, p. 60–68, 2017.

NIU, Z.; ZOU, Y.; XIN, B.; S.; LIU, C.; LI, Y..Process controls for improving biorecovery performance of both Li and Co from spent lithium ion batteries at high pulp density and its thermodynamics and kinetics exploration. **Chemosphere**, v. 109, p. 92–98, 2014.

AGRADECIMENTOS/APOIO FINANCEIRO

Os autores agradecem a FAPEMIG, CNPq e CAPES pelo apoio financeiro.